

Discussion on Performance Optimization and Modification Technology of Emergency Rescue Vehicles

Yanwei Lu

Unit 66058, Tianjin, 301799, China

Abstract

Emergency rescue vehicles, as the core equipment for the military to carry out fault repair, on-site rescue and mission support for large vehicles and armored vehicles, are the key support for rapid repair and equipment transfer in emergency scenarios such as training exercises, sudden tasks and battlefield environments. Their technical level directly reflects the practical combat capability of the military's emergency support system. In emergency scenarios where the "golden time for repair" determines the effectiveness of the mission, vehicles not only need to have outstanding driving performance of "being fast, stable and able to enter the mission site", but also need to integrate a full set of repair functions of "being able to detect, repair and support", while meeting the intelligent dispatching requirements of multi-unit collaborative repair in the military. The research results of this paper can provide technical references for the development of emergency repair equipment for the military, military modification enterprises and support institutions, and contribute to the construction of the emergency support system of China's military.

Keywords

Emergency rescue vehicles; performance optimization; modification technology; pre-hospital emergency care; disaster relief

应急抢救车辆的性能优化与改装技术探讨

卢彦卫

66058 部队, 中国 · 天津 301799

摘 要

应急抢救车辆作为部队遂行大车、装甲车故障抢修、现场抢救及任务保障的核心装备, 是训练演习、突发任务、战场环境等紧急场景下实施快速抢修与装备转运的关键支撑, 其技术水平直接反映部队应急保障体系的实战能力。在“抢修黄金时间”决定任务成效的应急场景中, 车辆不仅需要具备“快得起来、跑得稳当、进得去任务现场”的卓越行驶性能, 更需集成“能检测、能抢修、能保障”的全套抢修功能, 同时满足部队多单元协同抢修的智能调度需求。本文研究成果可为部队应急抢修装备研发、军工改装企业及保障机构提供技术参考, 助力中国部队应急保障体系建设。

关键词

应急抢救车辆; 性能优化; 改装技术; 院前急救; 灾害救援

1 引言

在部队训练演习、野外驻训及突发任务、战场应急处置中, 应急抢修车辆承担着大车、装甲车故障快速抢修、现场抢救与装备转运的关键职能, 是连接任务现场与后方保障基地的“保障纽带”。随着中国部队应急保障体系不断完善, 对抢修车辆的性能要求日益提高, 不仅需要具备卓越的行驶与拖曳性能以适应复杂地形(山地、泥泞、战场路段), 还需集成先进的抢修设备与智能协同系统, 满足故障检测、现场维修、多单元协同等多元化保障需求, 凸显了车辆性能优化与专业改装的迫切性。

2 应急抢救车辆性能现状与核心瓶颈

2.1 基本性能构成

应急抢救车辆的性能体系主要包括行驶性能、承载拖曳性能、抢修适配性能与安全防护性能四个核心维度。行驶性能涵盖动力输出、加速性能、制动性能与通过性能, 决定车辆在不同路况下的机动能力; 承载拖曳性能体现为底盘承载能力、拖曳力矩与稳定性, 需满足抢修设备、工具、人员及故障车辆拖曳的载重需求; 抢修适配性能包括抢修作业舱空间布局、设备集成度、供电可靠性、工具存储适配性等, 直接影响抢修操作效率; 安全防护性能涉及被动安全(如防撞、防冲击结构)与主动安全(如防抱死制动系统、稳定控制系统), 同时涵盖战场/野外环境下的特殊防护需求, 保障行驶与抢修过程中人员、设备及故障装备的安全。

【作者简介】卢彦卫(1986-), 男, 中国天津人, 本科, 技师, 从事车辆维修与抢救研究。

2.2 核心性能瓶颈分析

2.2.1 动力系统适配性不足

多数部队应急抢修车辆基于通用军车底盘改装，发动机功率储备有限，在满载医疗设备与人员、行驶于爬坡路段或泥泞路面时，易出现动力不足、加速迟缓等问题。某型急救车在山区救援中，满载状态下爬坡速度不足 15km/h，显著延误救援时间；部分车辆变速箱换挡逻辑不合理，频繁换挡导致动力输出中断，影响行驶稳定性。

2.2.2 底盘通过性与稳定性欠缺

传统抢救车辆底盘离地间隙小、悬挂系统减震效果差，在崎岖山路、积水路段等复杂路况行驶时，易发生托底、侧倾等风险。某野外驻训抢修案例中，抢修车辆因底盘托底导致液压抢修设备管路破损，无法开展后续作业；部分车辆制动系统热衰减明显，长时间高强度拖曳或复杂路况行驶后制动效能下降，存在安全隐患。

2.2.3 抢修作业舱设计不合理

抢修作业舱空间利用率低，抢修工具、检测设备摆放杂乱，导致发动机拆解、底盘维修、零部件更换等核心操作空间狭窄，2-3 名抢修人员难以同时开展协同作业；舱内通风、温控系统效果不佳，夏季野外高温环境下舱内温度超过 38℃，冬季低温时缺乏有效保温，既影响抢修人员操作效率，也降低精密检测设备（如发动机故障诊断仪）的性能稳定性；抢修设备与工具的固定装置简陋，车辆行驶或拖曳过程中易发生晃动、碰撞，导致工具损坏、设备精度下降。

2.2.4 供电与通信系统可靠性差

车载供电系统多采用单一发电机供电，缺乏备用电源，一旦发电机故障将导致医疗设备停运；供电系统电压不稳定，易损坏精密医疗设备如监护仪、呼吸机等；远程通信系统信号覆盖范围有限，在偏远地区无法实现与医院的实时数据传输，影响远程诊断与指导。

2.2.5 安全防护性能不足

部分抢救车辆未设置专用防撞结构，发生碰撞事故时易导致医疗舱变形；舱内未配备应急逃生装置，极端情况下难以快速撤离；车载医疗废物与尖锐器械存放不规范，易引发二次伤害。

3 应急抢救车辆核心性能优化技术

针对上述性能瓶颈，需从动力系统、底盘系统、供电系统与安全系统四个维度开展系统性优化，提升车辆整体性能与救援适应性。

3.1 动力系统优化

动力系统优化以提升动力输出、燃油经济性与环境适应性为核心目标。发动机升级方面，选用大功率、低排放的涡轮增压柴油发动机，替代传统自然吸气发动机，如将原 2.8L 自然吸气发动机升级为 3.0T 涡轮增压发动机，最大功率从 100kW 提升至 160kW，扭矩从 280N·m 提升至 450N·m，显著增强动力储备；优化发动机 ECU 控制策略，

调整喷油量与点火正时，提升低转速扭矩输出，改善爬坡与起步性能。

变速箱匹配方面，采用手自一体变速箱替代手动变速箱，减少换挡操作强度，提升行驶平顺性；针对救援场景优化换挡逻辑，增加运动模式与越野模式，运动模式下延迟换挡以提升动力输出，越野模式下增强低速扭矩传递。

辅助动力装置集成方面，加装液压助力转向系统与电子节气门，提升操控便捷性与响应速度；配备发动机预热系统，解决低温环境下发动机启动困难问题，确保寒冷地区救援作业正常开展。

3.2 底盘系统优化

底盘系统优化重点提升通过性、稳定性与承载能力。悬挂系统升级方面，采用空气悬挂替代传统钢板弹簧悬挂，通过调节空气弹簧气压适应不同路况，提升减震效果与行驶舒适性；增加横向稳定杆，减少车辆转弯时的侧倾幅度，提升行驶稳定性。

底盘强化方面，升高底盘离地间隙至 220mm 以上，增强复杂路况通过性；采用高强度钢板加固车架，提升承载能力，使车辆最大载重从 3.5 吨提升至 5 吨，满足更多医疗设备装载需求；优化制动系统，采用盘式制动器替代鼓式制动器，配备制动间隙自动调整装置与 ABS+EBD 系统，提升制动效能与安全性，制动距离从 50km/h 制动时的 20m 缩短至 15m。

轮胎配置优化方面，选用全地形越野轮胎，增强泥泞、砂石路面的抓地力；配备胎压监测系统与防爆轮胎，避免行驶过程中轮胎故障导致的救援延误。

3.3 供电系统优化

供电系统优化以提升供电可靠性、稳定性与续航能力为核心。构建“主电源+备用电源+储能装置”的冗余供电系统，主电源采用大功率发电机，备用电源配备柴油发电机组与锂电池储能系统，确保任一电源故障时可快速切换，保障医疗设备持续供电。

电源管理系统升级方面，安装智能电源分配器，实现各设备供电优先级管理，优先保障生命支持设备供电；配备电压稳定器与滤波器，确保输出电压波动范围控制在 $\pm 5\%$ 以内，避免电压不稳损坏精密医疗设备；集成太阳能充电板，利用车顶空间实现清洁能源补充，提升续航能力。

3.4 安全系统优化

安全系统优化涵盖主动安全与被动安全两个层面。主动安全优化方面，加装前向碰撞预警系统、车道偏离预警系统与倒车影像系统，提升行驶过程中的风险识别能力；配备电子稳定程序（ESP）与牵引力控制系统（TCS），减少湿滑路面侧滑与甩尾风险。

被动安全优化方面，医疗舱采用高强度防撞框架结构，车门加装防撞梁，提升碰撞防护能力；舱内设置应急逃生窗与自动灭火装置，确保极端情况下人员安全撤离；优化医疗设备固定方式，采用防震支架与快速锁紧装置，防止车辆行驶过程中设备晃动碰撞；规范医疗废物存放，配备专用密封

收纳箱与锐器盒,降低二次伤害风险。

4 应急抢救车辆专项改装技术

4.1 医疗舱模块化改装

抢修作业舱采用模块化设计,分为驾驶区、抢修作业区、设备检测区与工具储物区,各区域独立布局且相互连通。抢修作业区作为核心区域,预留足够操作空间,确保2-3名抢修人员可同时开展发动机拆解、底盘维修等协同作业,舱内宽度不小于2.4m,高度不小于2.0m;配备可升降、可旋转的抢修作业平台,调节范围为40-100cm,适配不同部位维修需求;作业平台采用双重锁定装置,确保车辆行驶或拖曳过程中固定牢固。

设备检测区采用分层式布局,上层安装发动机故障诊断仪、底盘检测终端等小型精密设备,下层放置便携式焊接机、液压泵站等大型设备,设备接口统一采用军用标准设计,便于快速连接与更换;工具储物区设置分类收纳柜,按维修流程分区存放拆装工具、备用零件、耗材等,采用透明柜门与标识化管理,便于快速查找。

抢修作业舱环境控制系统优化方面,配备高效冷暖空调系统,实现舱内温度精准控制(温度范围保持在15-28℃);安装强制通风系统与空气过滤装置,降低舱内油污、粉尘浓度;采用降噪设计(舱内噪音控制在65dB以下),为抢修人员提供良好作业环境。

4.2 医疗设备集成改装

医疗设备集成以“实用化、智能化、兼容化”为原则,配备涵盖生命支持、诊断监测、急救治疗的全套设备。生命支持设备包括便携式呼吸机、多功能除颤监护仪、心肺复苏机等,均选用小型化、轻量化产品,减轻车辆载重压力;诊断监测设备配备心电图机、超声诊断仪、血糖检测仪等,支持数据实时存储与传输;急救治疗设备包括输液泵、注射泵、吸引器等,具备精准控制功能。

设备接口标准化改装方面,统一医疗设备供电接口与数据接口,采用国际通用标准,确保不同品牌设备可兼容使用;在设备区设置专用电源插座与数据接口,数量不少于10个,满足多设备同时工作需求;配备设备固定支架与快速连接装置,实现设备快速拆装与固定。

智能化设备集成方面,加装车载中央控制系统,实现医疗设备参数实时监测与远程控制;集成车载超声与心电图数据传输模块,可将患者生命体征数据实时传输至医院,为院内救治提供准备依据;配备急救导航系统,结合实时交通信息规划最优救援路线,缩短转运时间。

4.3 特殊任务场景专项改装

针对部队不同任务场景,开展差异化专项改装,提升车辆环境适应性。山地抢修车辆改装方面,进一步升高底盘离地间隙至280mm以上,配备四轮驱动系统与差速锁,增强复杂地形通过性;加装大功率绞盘(牵引力 ≥ 10 吨),便于车辆自救与故障装备拖曳;抢修作业舱配备保温装置与

高原供氧设备,适应山区低温、低氧环境。

水域附近抢修车辆改装采用全车身防水防腐处理,车身与底盘喷涂军用防腐涂层,电气系统具备IP67防水等级;配备浮渡辅助装置,确保车辆在浅水区(水深不超过1.5m)可正常行驶;抢修作业舱配备除湿系统,防止潮湿环境导致设备故障。

战场抢修车辆改装方面,车身喷涂迷彩伪装涂层,作业舱关键部位加装轻型防弹装甲(防护等级 $\geq B4$);通信系统升级为抗干扰卫星通信模块,确保战场环境下与指挥中心通信畅通;加装快速修复工具组与应急备件储备箱,提升战场快速抢修能力;集成战场态势感知终端,实时接收战场环境预警信息。

4.4 智能系统集成改装

智能系统集成是提升救援协同效率的关键,主要包括智能调度、远程医疗与车况监测三大模块。智能调度模块集成GPS定位系统与无线通信系统,可实时显示车辆位置、行驶状态与医疗设备情况,调度中心通过平台实现车辆智能调度与任务分配,提升救援响应速度;远程医疗模块配备高清视频会议系统与医疗数据传输系统,医护人员可通过车载终端与医院专家实时沟通,获取专业救治指导;车况监测模块安装多传感器,实时监测发动机、变速箱、供电系统等关键部件状态,出现故障时自动报警并推送故障信息至运维平台,便于及时维修。

智能化辅助功能加装方面,配备车载无人机起降平台,可快速放飞无人机勘察救援现场,获取现场图像与视频信息;安装自动消毒系统,救援任务完成后可对医疗舱进行紫外线或雾化消毒,消毒时间不超过30分钟,提升防疫安全性;集成电子病历系统,实现患者信息快速录入、存储与查询,便于多科室协同救治。

5 结语

应急抢救车辆当前存在动力适配性不足、底盘稳定性欠缺、医疗舱设计不合理、供电通信可靠性差等性能瓶颈,严重影响救援效率与安全性;通过动力系统升级、底盘系统强化、供电系统优化与安全系统完善等核心技术,可显著提升车辆基本性能。未来研究可从以下方向展开:一是聚焦新能源应急抢救车辆,研究电动化、氢燃料动力系统的优化与改装技术,提升车辆环保性与续航能力;二是开展改装方案经济性评估,建立成本-性能优化模型,实现改装效益最大化。

参考文献

- [1] 刘晔,许琳,曹梅,等. 全院抢救车标准化管理实践[J]. 中国卫生质量管理,2017,24(05):6-8.
- [2] 洪丹,张得时,关秋霞,等. PDCA质量管理在抢救车全院标准化管理中的应用[J]. 临床合理用药杂志,2017,10(05):161-162.
- [3] 韩慧,沈丽娟,邹晓月,等. 基于优化封存管理技术的抢救车改装及应用[J]. 护理与康复,2016,15(12):1203-1205.